



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 51 656 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 L 33/00**

⑳ Aktenzeichen: 199 51 656.1  
㉔ Anmeldetag: 27. 10. 1999  
㉕ Offenlegungstag: 31. 8. 2000

DE 199 51 656 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1-PatG

⑦1 Anmelder:  
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,  
DE

⑦2 Erfinder:  
Popp, Gregor, 80797 München, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

DE 195 35 777 A1  
US 38 60 847  
US 35 08 100  
EP 02 90 697 A2

Patents Abstracts of Japan: JP 1-82681 A, E-787,  
1989, Vol. 13/No. 307;  
Patents Abstracts of Japan: JP 1-239976 A, E-863,  
1989, Vol. 13/No. 574;  
Patents Abstracts of Japan: JP 4-25081 A, E-1198,  
1992, Vol. 13/No. 188;  
Patent Abstracts of Japan: JP 07 273372 A, 1995,  
JPO;  
Patent Abstracts of Japan: JP 10 065220 A, 1998,  
JPO;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Leuchtdiode und Verfahren zu deren Herstellung

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Leuchtdiode und ein Verfahren zur Herstellung einer solchen. Die Leuchtdiode weist einen LED-Chip, der in einem Gehäuse eingegossen ist, und eine Linse zur Bündelung der aus dem LED-Chip austretenden Strahlen auf.

Zur Bündelung der aus dem LED-Chip austretenden Strahlen wird zwischen dem LED-Chip und einer das Gehäuse bildenden Vergußmasse ein Bereich mit einer Brechzahl ( $n_L$ ) vorgesehen, die kleiner als die Brechzahl ( $n_G$ ) der Vergußmasse ist.

DE 199 51 656 A 1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Leuchtdiode gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung Verfahren zur deren Herstellung.

Leuchtdioden bestehen herkömmlicherweise aus einem mit einer Vergußmasse umgebenen Halbleiterchip. Der Halbleiterchip weist einen PN- oder NP-Übergang auf, und bei Anlegen einer Spannung entsteht im Übergangsbereich eine Lichtemission.

Für manche Anwendungen, beispielsweise die Einleitung von Licht in einen Lichtwellenleiter, ist es notwendig, die von der Leuchtdiode emittierte Strahlung zu bündeln. Dazu ist es bekannt, im Strahlengang nach der Leuchtdiode eine separate Linse anzuordnen.

Ferner ist es bekannt, beispielsweise durch Spritzgießen eine Gehäuseform herzustellen, deren Außenfläche einer Linsenform angenähert ist. Die Anwendung solcher Spritzgießverfahren ist jedoch nicht immer möglich, weil bei dem Spritzvorgang die das Halbleitersubstrat mit Strom versorgenden Bond-Drähte reißen können. Durch ein einfaches Gießen lassen sich jedoch nicht ohne weiteres Linsenformen bilden. Bei mit den Leuchtdiodengehäusen ausgebildeten Linsen besteht ferner die Problematik, daß sie relativ weit von der abstrahlenden Oberfläche entfernt liegen, so daß ein Großteil des abgestrahlten Lichts nicht im Brennpunkt der Linse liegt. Dadurch kann nicht die gewünschte Fokussierung erzielt werden.

Zum weiteren Umfeld der Erfindung wird auf die DE 43 42 840 A, die US 5,229,835, die EP 0 392 741 A1 und die US 4,797,179 hingewiesen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Leuchtdiode derart weiterzubilden, daß auf einfache und kostengünstige Weise eine gute Bündelung der von einem LED-Chip emittierten Strahlung erreicht wird.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 genannten Merkmale vorrichtungsmäßig und durch die in den Ansprüchen 5, 6 und 8 genannten Merkmale verfahrensmäßig gelöst.

Ein Kerngedanke der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß zwischen einem LED-Chip und einer das Gehäuse bildenden Vergußmasse ein Bereich vorgesehen ist, in dem die Brechzahl kleiner ist als die Brechzahl der Vergußmasse. Beim Durchtritt der Grenzfläche zwischen dem Bereich mit kleiner Brechzahl und der Vergußmasse erfolgt eine Ablenkung zur Mittelsenkrechten einer jeweiligen Oberfläche hin. Bei einer entsprechenden Grenzflächengestaltung, insbesondere einer konvexen Grenzfläche, erfolgt insgesamt eine Bündelung der von dem LED-Chip emittierten Strahlen. Die Strahlenbündelung hängt dabei nicht nur von der Grenzflächengestaltung, sondern auch von dem Verhältnis der Brechzahlen  $n_1$  und  $n_2$  ab. Soll ein gewünschter Bündelungseffekt für eine Anwendung erreicht werden, so ist bei Vorliegen bestimmter Brechzahlen eine jeweils zu ermittelnde Oberflächengestaltung zu wählen. Da das in dem genannten Bereich gebildete optische Element an der abstrahlenden Oberfläche des LED-Chips anliegt, kommt der überwiegende Teil des abgestrahlten Lichts aus dem Brennpunkt der Linse, so daß eine gute Fokussierung gewährleistet ist.

In dem Bereich mit kleiner Brechzahl ist insbesondere Luft oder Vakuum vorgesehen. Alternativ kann jedes andere Material verwendet werden, welches eine geeignete Brechzahl aufweist.

Der Bereich mit der kleineren Brechzahl kann auf vielfältige Art geschaffen werden. Beispielsweise ist es möglich, um einen LED-Chip beim Gießen eine lokal höhere Oberflächenspannung vorzusehen, so daß beim Vergußvorgang im

Chipbereich eine Blase, beispielsweise mit Luft gefüllt, entsteht.

Alternativ kann in dem Bereich des LED-Chips, in dem eine kleinere Brechzahl vorgesehen ist, ein Platzhaltermedium oder -material angeordnet werden, so daß die Vergußmasse beim Vergußvorgang in diesen Bereich nicht eindringt. Nach der Aushärtung der Vergußmasse kann das Platzhaltermaterial oder das Platzhaltermedium wieder entfernt werden. Dies ist beispielsweise möglich, indem durch die Vergußmasse hindurch eine Öffnung bis zu dem Bereich mit der kleineren Brechzahl gebildet und das Platzhaltermedium dann ausgesaugt, ausgespült, ausgeätzt etc. wird. Auch ist es möglich, ähnlich einem "Rapid-Prototyping-Verfahren, Material strukturiert aufzutragen.

Alternativ kann auch zunächst ein Material mit kleinerer Brechzahl um einen LED-Chip angeordnet werden, um im nächsten Schritt die das Gehäuse bildende Vergußmasse aufzutragen. Auch damit wird ein Übergang von einem kleineren Brechindex zu einem größeren Brechindex geschaffen, so daß im wesentlichen eine licht sammelnde optische Vorrichtung gebildet wird.

Wird der oben genannte Bereich mit Luft gefüllt, so ist eine gleichzeitige oder nachträgliche Bildung einer Verbindung zwischen diesem Bereich und der Außenumgebung von Vorteil, da dadurch der LED-Chip gekühlt werden kann. Da beispielsweise ein Faserkern eines Lichtwellenleiters aus PMMA nur etwa 85°C standhält, sollte die Leuchtdiode nicht viel wärmer werden.

Ein einfaches Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung wird mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Leuchtdiode und

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines vergrößerten Ausschnitts aus Fig. 1.

In Fig. 1 ist ein LED-Chip 10 vorgesehen, der aus einem Halbleitersubstrat mit PN-Übergang besteht, wobei im Übergangsbereich bei Anlegen einer Spannung Licht emittiert wird. Auf dem LED-Chip 10 ist ein Bond-Pad 19 angeordnet, an dem ein Bonddraht 18 befestigt ist, der andererseits zu einem Lead-Frame 16 geführt ist, wo er ebenfalls auf einem Bond-Pad 19 befestigt ist. Der LED-Chip 10 ist ferner auf einem Substrat 14 angeordnet.

Die gesamte Anordnung ist mit einem lichtdurchlässigen Material mit einem bestimmten Brechindex  $n_g$  umgossen (Vergußmasse 13), die das Gehäuse der Leuchtdiode bildet. Die von dem Lead-Frame austretenden Anschluß-Pins sind vorliegend nicht dargestellt.

Zwischen dem LED-Chip 10 und der Vergußmasse 13 ist ein etwa halbkugelförmiger Bereich 12 freigehalten, in dem sich Luft befindet. Dieser Bereich kann in einer Form ausgestaltet sein, der die gewünschte Bündelungs- oder Streuwirkung erzielt. Insbesondere ist die Grenzfläche zu der Vergußmasse 13 so ausgestaltet, daß -wie nachfolgend noch zu erläutern ist - eine strahlungsbündelnde Wirkung erzielt wird.

Als Medium in dem Bereich 12 kann jegliches Material verwendet werden, welches eine kleinere Brechzahl  $n_L$  aufweist als die Vergußmasse 13. Alternativ kann natürlich auch Vakuum in dem Bereich 12 verwendet werden.

Die Wirkung der in dem Bereich 12 gebildeten Blase ist in Fig. 2 dargestellt. Demgemäß treten aus einem Bereich des LED-Chips 10 divergierende Strahlen aus, die jeweils in einem Winkel  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  und  $\alpha_3$  gegenüber der Mittelsenkrechten zur Oberfläche der Vergußmasse 13 auftreffen. Durch das Brechzahlverhältnis  $n_L : n_g$  erfolgt eine Brechung zur Mittelsenkrechten hin, so daß alle Winkel  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  jeweils kleiner als die zugehörigen Einfallswinkel  $\alpha_1$  bis  $\alpha_3$

sind. Insgesamt wird das von dem LED-Chip 10 ausgehende Strahlenbündel somit gebündelt, so daß der Austrittskegel schmaler wird.

Diese Art der Leuchtdiode eignet sich überall dort, wo eine besondere Bündelung notwendig ist. Beispielsweise können sie zur besseren Einkoppelung in Lichtwellenleiter eingesetzt werden.

#### Patentansprüche

1. Leuchtdiode mit einem LED-Chip, der in einem Gehäuse eingegossen ist, und mit einer Linse zur Bündelung der aus dem LED-Chip austretenden Strahlen, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem LED-Chip (10) und einer das Gehäuse bildenden Vergußmasse (13) ein Bereich (12) mit einer Brechzahl ( $n_L$ ) vorgesehen ist, die kleiner als die Brechzahl ( $n_G$ ) der Vergußmasse (13) ist. 10 15
2. Leuchtdiode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergangsfläche zwischen dem Bereich (12) und der Vergußmasse (13) konvex ausgebildet ist. 20
3. Leuchtdiode nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Bereich (12) Luft oder Vakuum vorgesehen ist. 25
4. Leuchtdiode nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Füllung des Bereichs (12) mit Luft der Bereich (12) mit der Umgebungsluft verbunden ist. 30
5. Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß um einen LED-Chip (10) eine lokal höhere Oberflächenspannung beim Gießen des Gehäuses mit der Vergußmasse (13) geschaffen wird. 35
6. Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß um einen LED-Chip (10) in dem Bereich (12) zunächst ein Platzhalter-Medium angeordnet wird, daß der LED-Chip (10) samt dem Platzhalter-Medium mit der Vergußmasse (13) umgossen wird und daß das Platzhalter-Medium wieder entfernt wird. 40
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß während der Herstellung der Leuchtdiode oder nachträglich eine Verbindung geschaffen wird, die den Bereich (12) mit der Außenumgebung verbindet. 45
8. Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß um einen LED-Chip (10) in dem Bereich (12) ein Medium mit einer kleineren Brechzahl ( $n_L$ ) als die Brechzahl ( $n_G$ ) der Vergußmasse (13) angeordnet wird und daß der LED-Chip (10) samt dem Medium mit der Vergußmasse (13) umgossen wird. 50 55

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

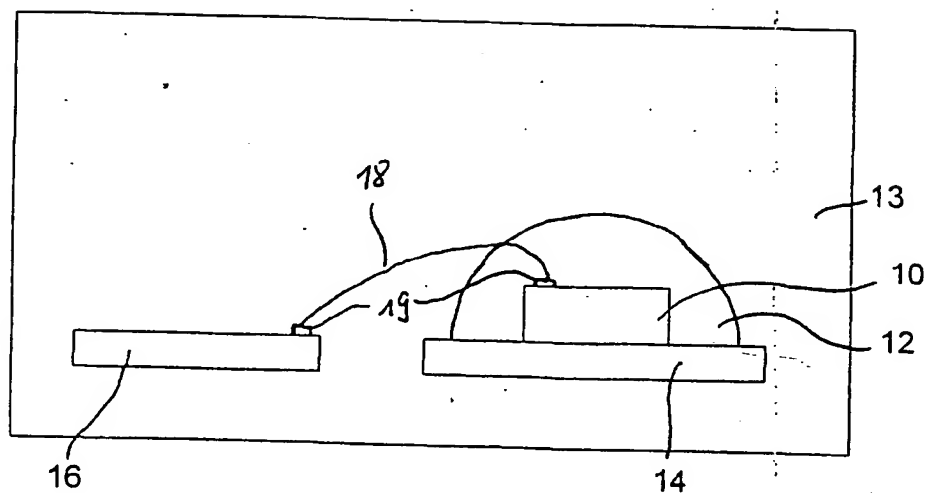


Fig. 1

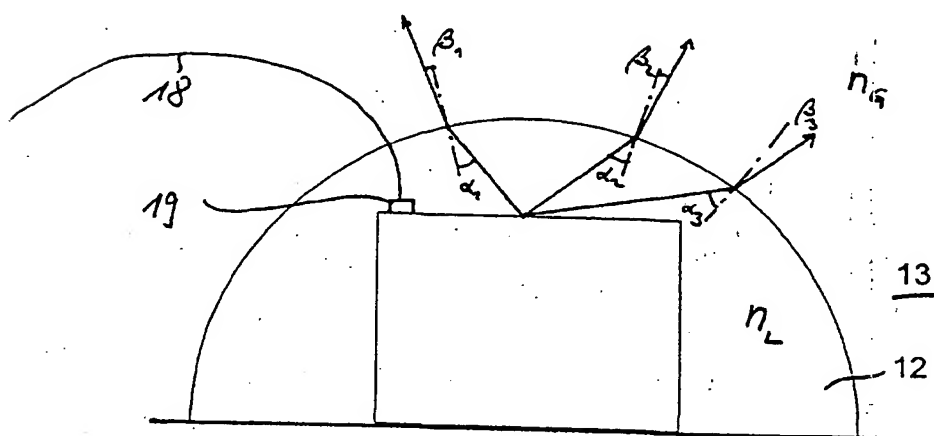


Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY